

## OVER SUCCESSIEVE WATERBLOEIEN IN ENKELE GUANOTROFE VIJVERS VAN HET ZWINRESERVAAT (KNOKKE)

door

A. CALJON

### SAMENVATTING

Drie guanotrofe kunstmatige vijvers in het natuurreservaat het Zwin bij Knokke werden fysico-chemisch onderzocht en het fytoplankton werd kwalitatief en kwantitatief bestudeerd. Door de sterke bemesting van watervogels vertonen ze een snelle opeenvolging van waterbloeien van verschillende organismen o.m. *Actinastrum hantzschii*, *Coelastrum microporum*, *Dictyosphaerium ehrenbergi*, *Golenkinia radiata*, *Micractinium pusillum*, *Oocystis lacustris* en *Selenastrum minutum*.

### I. INLEIDING

Onze hedendaagse maatschappij produceert grote hoeveelheden organische afval welke als ze in het water terecht komen aanleiding geven tot een versnelde eutrofiëring als eindresultaat van het biologisch zelfreinigingsproces. Deze artificiële belasting resulteert dan ook in een massale ontwikkeling van algen : de waterbloei. We zullen verder de term „waterbloei” in de betekenis van FRUH (1967, 1449) gebruiken, dit is wanneer het aantal algen per liter het half miljoen overschreidt, en niet in de zin van NAUMANN (1931, 616) die daarmee enkel een kleuring bedoelt welke tot stand komt door bovendrijvende algen.

Echter niet alleen de mens kan een versnelde eutrofiëring veroorzaken : wordt de organische belasting onder de vorm van vogeluitwerpselen ingebracht dan spreekt men van guanotrofiëring (LEENTVAAR 1958, 152). Zeer vaak is echter ook hier de mens verantwoordelijk voor deze organische overbelasting, bijvoorbeeld door het overmatig strooien van voedsel zodat de vogelpopulatie zich zeer sterk op een klein oppervlak concentreert.

In ons onderzoek hebben we de sterk versnelde evolutie van een water, rijk aan anorganische voedingsstoffen (opgepompt grondwater) tot een sterk eutroof water bestudeerd. Ongeveer om de twee maand worden de bestudeerde (artificieel aangelegde) vijvers met nieuw grondwater gevuld en de betonnen bodem geschuurd. De hieropvolgende bemesting door talrijke watervogels veroorzaakt langs bacteriële omzettingen een snelle en sterke stijging van de hoeveelheid anorganische voedingsstoffen, zodanig dat steeds intenser wordende waterbloeien optreden, die we dan ook als guantotrofie kunnen bestempelen.

## II. TOPOGRAFIE

Drie kunstmatige vijvers (G, H en I) van geringe diepte ( $\pm 1$  m) en een oppervlakte van enkele honderden m<sup>2</sup> ieder, gelegen in het vogelpark bij het Zwinreservaat te Knokke, werden onderzocht (zie fig. 1). Het vogelpark ligt vlak bij de ingang en wordt van de rest van het reservaat afgescheiden door de internationale dijk. De bestudeerde vijvers liggen tussen de verschillende vogelkooien en dienen als zwemwater voor de gedomestikeerde en de wilde vogels. Deze laatste zijn daar echter enkel tijdens de zomerperiode aanwezig. Vijver G wordt hoofdzakelijk bewoond door tientallen zwemeenden en duikeenden.

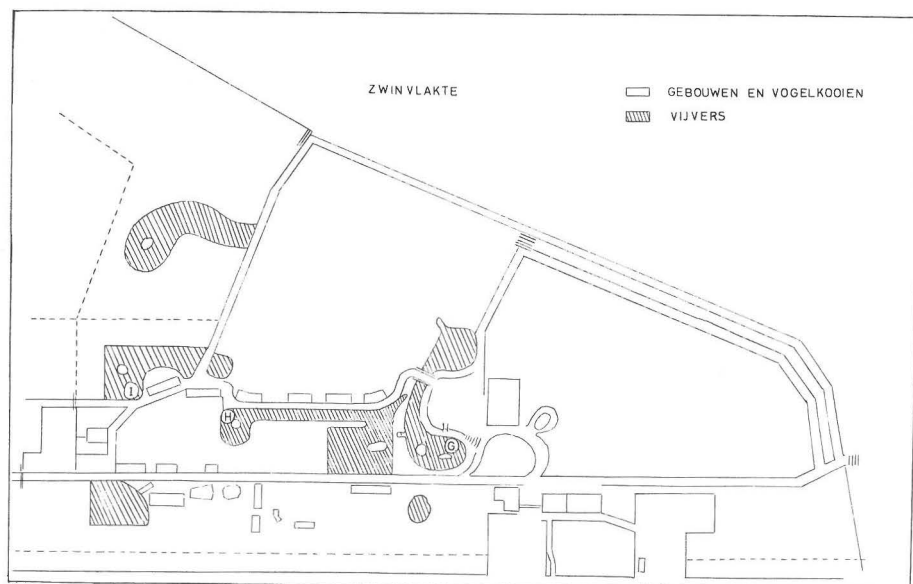


FIG. 1.— Topografische kaart van de vijvers van het vogelpark van het Zwin.

Talrijke zwemeenden, duikeenden en ganzen komen voor op vijver H. Tevens komen hier zwanen, ooievaars, aalscholvers, meeuwen enz. voor. Vijver I wordt druk bezocht door kraanvogels, ganzen, zwemeenden en talingen. Globaal waren er dus tijdens onze waarnemingen steeds verscheidene honderden watervogels aanwezig.

### III. MATERIAAL EN METHODEN

#### 1. *Monsternamen.*

Stalen werden in de 3 betrokken vijvers genomen gedurende enkele maanden. In iedere vijver werd een staal genomen voor de verversing (uitgevoerd op 14-VI in vijver I en op 23-VI in de vijvers G en H). Elke vijver is uitgerust met een pomp om grondwater op te zuigen voor de verversing of bijvulling. Teneinde de omstandigheden bij de aanvang van de cyclus te kennen werd eveneens een staal van het grondwater genomen aan ieder van deze vijvers, juist na de verversing. Volgens werden nog 3 maal stalen genomen, namelijk op 30-VI, 19-VII en 16-VIII. De monsternamen gebeurden telkens tussen 10 en 11 u.

#### 2. *Fysico-chemisch onderzoek.*

Volgende parameters werden onderzocht :

- de temperatuur (kwikthermometer nauwkeurig op 0,1° C).
- de pH (draagbare pH-meter : W.T.W. type pH 54).
- het geleidingsvermogen (draagbare konduktiviteitsmeter : W.T.W. type LF 54).
- de alkaliniteit : titrimetrisch met HCl, en fenolftaleïne en methyloranje als indikator (Standard Methods 1960, 44).
- het chloridegehalte : titrimetrisch volgens de methode van MOHR in Standard Methods (1960, 78).
- het nitraatgehalte : reductie tot NO<sub>2</sub> over een geamalgeerde Cd-kolom (STRICKLAND and PARSONS 1965, 73).
- het nitrietgehalte : kolorimetrisch met alfanaphtylamine en sulfanilzuur (Deutsche Einheitsverfahren 1960, D10).
- het fosfaatgehalte : volgens de DENIGES methode in Colorimetric Chemical Analytical Methods, Phosphate (1).
- de totale hardheid : komplexometrisch met EDTA (Methodes d'Analyse complexometriques par les Titriplex, 82).
- het calciumgehalte : komplexometrisch met EDTA en calceïne-indikator (Methodes d'Analyse complexometriques par les Titriplex, 25).

- het magnesiumgehalte : door aftrek van het calciumgehalte van de totale hardheid.
- de opgeloste zuurstof : volgens de ALSTERBERG-azide modifikatie van de WINKLER methode. De procentuele verzadiging werd berekend aan de hand van de tabellen van TRUESDALE, DOWNING en LOWDEN (1955). (Standard Methods 1960, 309).
- de opgeloste organische stoffen : volgens de titrimetrische methode van KUBEL-TIEMANN in *Livre de l'eau* (1966, 505).
- het globaal chlorofyl a van het seston werd bepaald door tussen de 5 en de 50 ml staal te filtreren op een  $1,2 \mu\text{m}$  Millipore filter. De hoeveelheid chlorofyl a werd berekend volgens de formule van STRICKLAND and PARSONS (1965, 122) na extraktie van het seston gedurende 24 u in aceton en meting van de extinktie.
- het faeofytine a : volgens de methode van LORENZEN (1967, 343).
- het % actief chlorofyl a. Eveneens volgens de methode van LORENZEN.

Voor de bepaling van het nitraat-, nitriet- en fosfaatgehalte en de opgeloste organische stoffen werd gebruik gemaakt van staalwater gefiltreerd op een  $1,2 \mu\text{m}$  Millipore filter. Alle bepalingen werden uitgevoerd binnen een tijdspanne van 24 u na de monsternamen.

### 3. *Planktononderzoek.*

Door de zeer grote rijkdom aan organismen was geen concentratie nodig en volstond het, glazen flesjes te vullen door onderdompeling. Kwalitatief onderzoek gebeurde steeds op levend materiaal. Het kwantitatief onderzoek werd uitgevoerd met behulp van een omgekeerde mikroskoop ; 0,5 tot 5 ml van het monster werden aangelengd tot 25 ml met aq. dest. en neergeslagen en gefixeerd in een kuwet met een jodiumoplossing (SCHWOERBEL 1966, 65).

## IV. RESULTATEN

### 1. *Fysico-chemie* (Tabellen I, II, III, Fig. 2, 3 en 4).

- De temperatuur van het water in de vijvers is begrepen tussen  $15,5$  en  $24,8^{\circ}\text{C}$ . De temperatuur van het grondwater ligt heel wat lager.
- De pH van de 3 vijvers schommelt van zwak tot sterk basisch en lag steeds tussen  $7,6$  en  $9,4$ .
- De konduktiviteit vertoont waarden schommelend tussen  $506,0$  en  $948,2 \mu\text{S cm}^{-1}$ . De geleidbaarheid van het water was bij de eerste

Tabel I  
*Fysico-chemische factoren vijver G*

	16-VI-72	grondwater	30-VI-72	19-VII-72	16-VIII-72
Temperatuur °C	15,5	12,3	17,8	23,3	17,5
pH	8,8	8,0	8,6	9,0	8,4
Geleidingsverm. $\mu S\ cm^{-1}$	716,0	765,7	661,8	948,2	909,0
Alkaliniteit					
fenoltaleine mg $CaCO_3/l$	110	18	154	98	106
methyloranje mg $CaCO_3/l$	220	314	160	130	104
Cl mg/l.	440,5	142,0	490,0	497,5	445,0
$NO_3$ mg/l	0,337	0,039	0,225	0,097	0,233
$NO_2$ mg/l	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000
$PO_4$ mg/l.	3,078	1,480	0,355	0,163	0,414
Ca mg/l.	64,1	100,2	80,2	68,1	60,1
Mg mg/l.	92,4	72,9	106,9	92,4	75,4
% zuurstofsaturatie	133,54	76,23	184,81	191,49	59,37
Opgel. organische stof mg $O_2/l$ .	58,0	6,0	62,0	37,0	70,0
Chlorofyl a $\mu g/l$	249,2	0,0	79,8	695,4	2013,2
Faeofytine a $\mu g/l$	74,76	0,0	28,83	10,68	53,40
% actief chlorofyl	72	—	68	98	98

Tabel II  
*Fysico-chemische factoren vijver H*

	16-VI-72	grondwater	30-VI-72	19-VII-72	16-VIII-72
Temperatuur °C	17,0	10,0	17,5	24,8	17,5
pH	9,4	8,3	8,8	9,0	8,4
Geleidingsverm. $\mu S\ cm^{-1}$	754,8	890,3	624,2	878,0	808,0
Alkaliniteit					
fenoltaleine mg $CaCO_3/l$ .	120	30	190	144	140
methyloranje mg $CaCO_3/l$ .	150	394	210	140	136
Cl mg/l.	327,0	212,0	350,0	334,0	249,0
$NO_3$ mg/l.	0,532	0,267	0,044	0,256	0,484
$NO_2$ mg/l.	0,000	0,000	0,008	0,000	0,004
$PO_4$ mg/l	0,248	2,516	0,355	0,085	0,096
Ca mg/l.	36,1	60,1	48,1	48,1	36,1
Mg mg/l.	21,9	43,8	63,2	19,5	21,9
% zuurstofsaturatie	144,08	24,54	161,21	329,97	72,84
Opgel. organische stof mg $O_2/l$ .	228,0	32,5	74,0	72,0	104,0
Chlorofyl a $\mu g/l$	7792,0	0,0	225,6	1005,6	3734,0
Faeofytine a $\mu g/l$	133,5	0,0	37,65	10,68	33,04
% actief chlorofyl	99	—	85	99	99

Tabel III  
*Fysico-chemische factoren in vijver I*

	8-VI-72	grondwater	30-VI-72	19-VII-72	16-VIII-72
Temperatuur °C	17,2	12,0	17,0	23,3	15,7
pH	8,6	8,6	8,4	8,3	7,6
Geleidingsverm. $\mu\text{S cm}^{-1}$	701,1	667,9	506,0	623,1	692,3
Alkaliniteit					
fenolftaleïne mg $\text{CaCO}_3/\text{l.}$	—	16	77	50	24
methylooranje mg $\text{CaCO}_3/\text{l.}$	—	336	92	160	256
Cl mg/l.	210,0	89,0	144,5	170,0	161,5
$\text{NO}_3$ mg/l	0,320	0,220	0,120	0,295	0,280
$\text{NO}_2$ mg/l.	0,000	0,078	0,006	0,000	0,000
$\text{PO}_4$ mg/l.	—	0,422	0,055	0,078	0,044
Ca mg/l.	—	136,3	46,1	52,1	72,1
Mg mg/l.	—	43,8	16,6	17,0	19,5
% zuurstofsaturatie	92,37	77,47	99 ,04	52,39	77,54
Opgel. organische stof mg $\text{O}_2/\text{l}$	—	5,5	63,0	51,0	82,0
Chlorofyl a $\mu\text{g/l}$	—	0,0	197,6	194,6	522,4
Facofytine a $\mu\text{g/l}$	—	0,0	16,02	32,04	106,8
% actief chlorofyl	—	—	93	83	81

- staalname na de verversing in de 3 gevallen lager dan die van het grondwater. Na deze daling volgt terug een stijging. De waarden in vijver I liggen globaal lager dan in de 2 andere vijvers (Fig. 2).
- De totale alkaliniteit van het water in de 3 vijvers is begrepen tussen 164 en 424 mg  $\text{CaCO}_3/\text{l.}$  De 3 vijvers vertonen een hoge karbonaataalkaliniteit in tegenstelling met de grondwaterstalen. De lage karbonaataalkaliniteit van het grondwater stijgt snel (ten koste van de bikarbonaataalkaliniteit) na verversing van het water in de vijvers (Fig. 2).
  - De chloriniteit van het grondwater varieert tussen 89,0 en 212,0 mg Cl/l. De waarden in de 3 vijvers liggen over het algemeen hoger en lopen op tot 497,5 mg Cl/l. De waarden voor vijver I zijn het laagste, vijver H vertoont intermediaire waarden terwijl G het meest chloride bevat.
  - Het nitraatgehalte ligt het hoogst op het einde van de cyklus. De waarden schommelen tussen 0,039 en 0,532 mg  $\text{NO}_3/\text{l.}$  Vijver H vertoont gemiddeld de hoogste waarden.
  - Het nitrietgehalte ligt zeer laag : tussen 0 en 0,008 mg  $\text{NO}_2/\text{l.}$  (Uitgezonderd 0,078 in het grondwater van I).
  - Opvallend zijn de hoge fosfaatkonzentraties in het grondwater (1,5 mg/l. tot 2,5 mg/l. in vijvers G en H). De fosfaatgehalten van vijver I zijn werkelijk lager dan in de twee andere. De waarden variëren

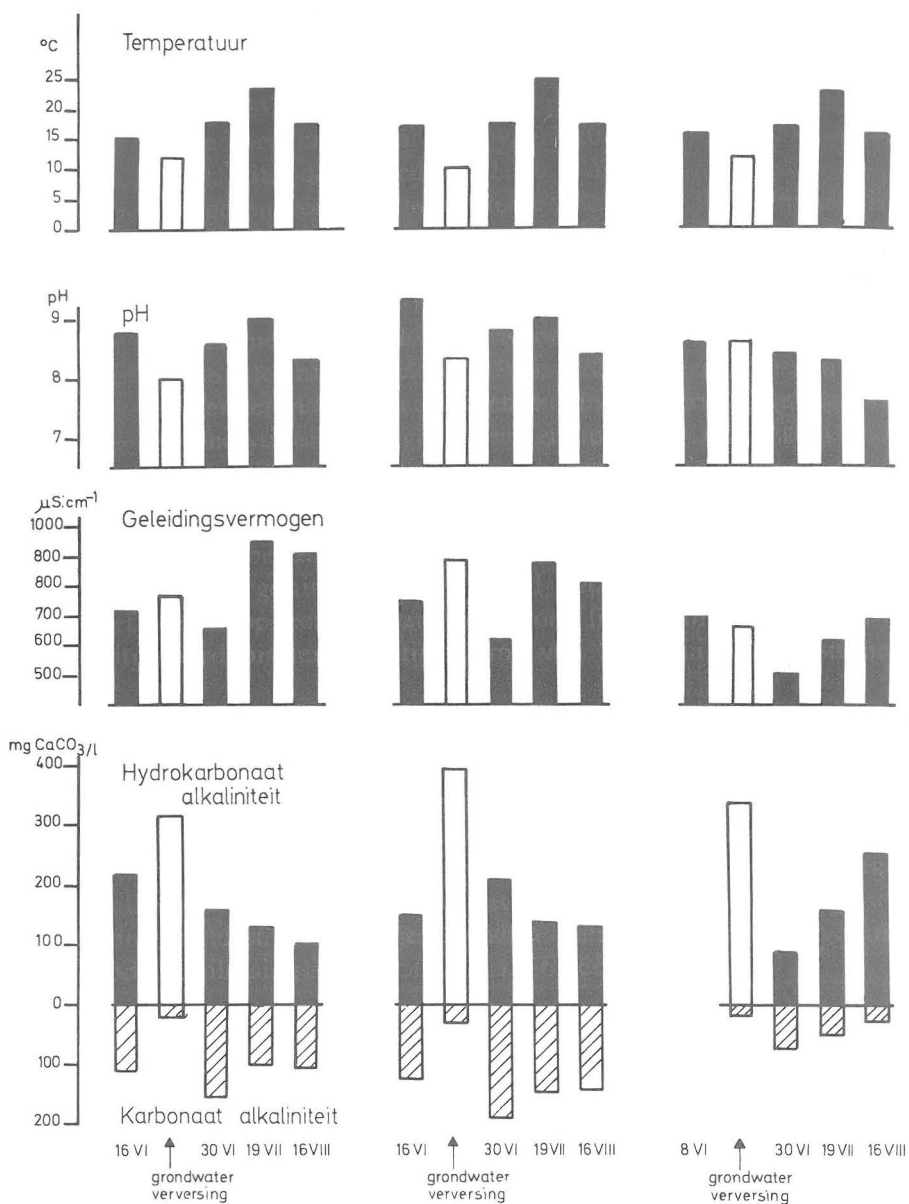


FIG. 2.— Resultaten van de fysico-chemische waarnemingen in de vijvers G, H en I (temperatuur van het water, pH, geleidingsvermogen, hydrokbonaat- en karbonaat alkaliniteit).

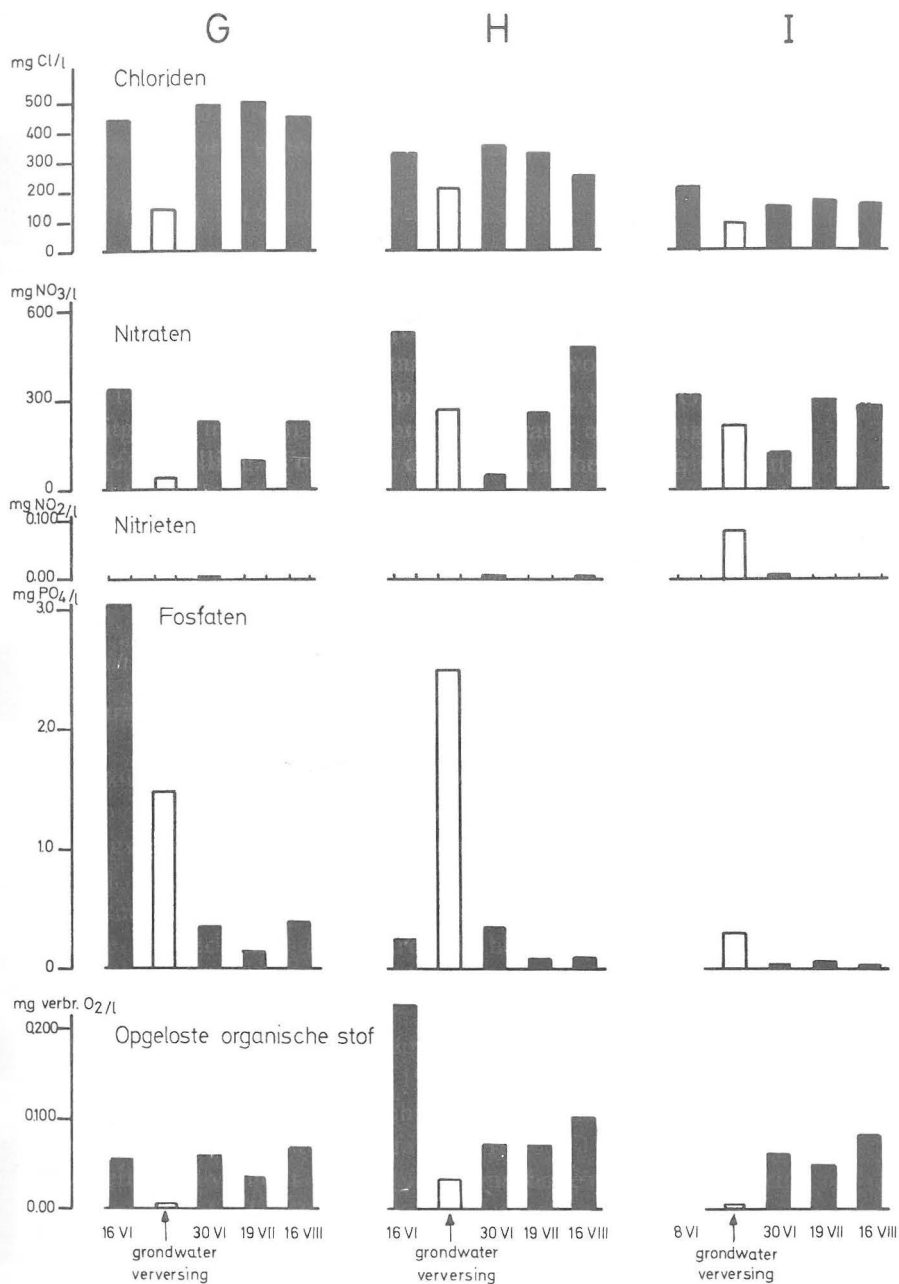


FIG. 3.— Resultaten van de fysico-chemische waarnemingen in de vijvers G, H en I (chloriden, nitraten, nitrieten, fosfaten, opgeloste organische stof).



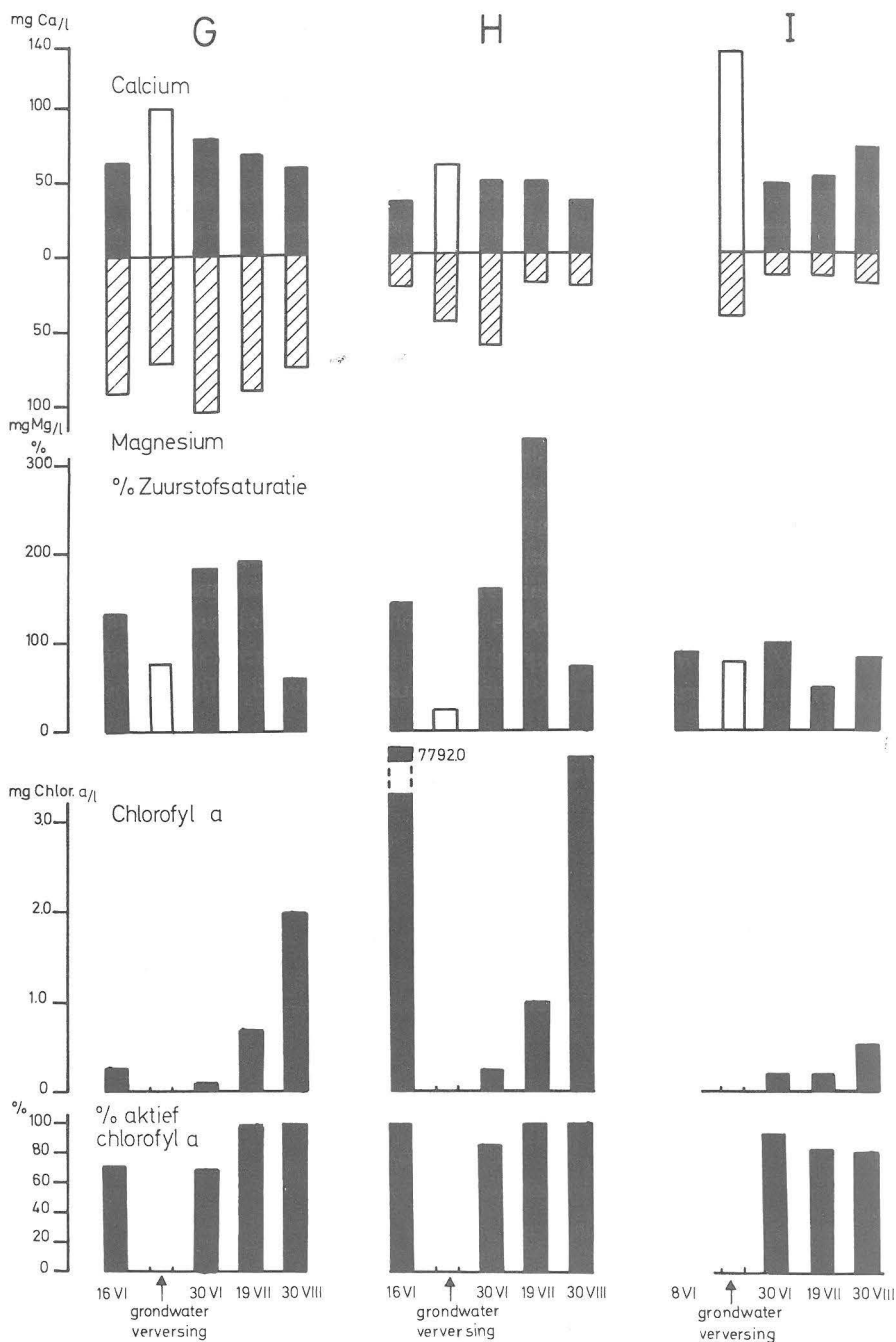


FIG. 4.— Resultaten van de fysico-chemische waarnemingen in de vijvers G, H en I (Calcium, Magnesium, % zuurstofsaturatie, chlorofyl a, % actief chlorofyl a).

ongeveer tussen 0,1 en 0,4 mg/l. in vijvers G en H met uitzondering van de hoge waarde (3 mg/l.) op 16-VI in vijver G. In vijver I liggen de fosfaatgehalten lager dan 0,1 mg/l.

- Vijver G vertoont de hoogste waarden voor de totale hardheid. Opvallend is de kleine verhouding Ca/Mg voor vijvers G en H terwijl vijver I meer normale waarden vertoont. De totale hardheid varieert tussen 5,0 en 17,9° D. Het calciumgehalte schommelt tussen 36,1 en 136,3 mg Ca/l. en het magnesiumgehalte tussen 16,6 en 106,9 mg Mg/l.
- Het percentage opgeloste zuurstof is zoals te verwachten vrij hoog overdag. De saturatie wordt praktisch altijd bereikt of overschreden (tot 300% saturatie) op uitzondering van de laatste bemonstering waar in de 3 vijvers een zeker zuurstofdeficiet werd genoteerd.
- Het gehalte aan opgeloste organische stoffen varieert tussen 37,0 en 104,0 mg O<sub>2</sub> verbruik/l. voor de vijvers (vijver H op 16-VI : meer dan 200 mg O<sub>2</sub> verbruik/l.) terwijl het grondwater natuurlijk veel lagere waarden vertoont.
- De globale chorofyl a waarden van het seston nemen toe naar het einde van de cyklus in de 3 vijvers. De waarden voor vijver H zijn beduidend hoger, dan voor de 2 andere vijvers ; een maximum van 7,8 mg chlor. a/l. werd er vastgesteld tijdens de eerste bemonstering op 16-VI. Vijver I vertoont waarden tot 522,4 µg chlor. a/l. terwijl vijver G een maximum heeft van 2013,2 µg chlor. a/l.
- De faecofytine a bepaling wijst op een zeer groot percentage actief chorofyl a (tussen 68 en 99%).

## 2. Planktononderzoek.

De onderstaande tabellen IV, V en VI geven de resultaten van de tellingen welke na iedere staalname uitgevoerd werden op de dominante organismen. Ze bevatten tevens de resultaten van het kwalitatief onderzoek (soorten aangeduid met een +). Wanneer een organisme in een bepaald staal niet waargenomen werd is dit aangeduid met een —. De getallen in de kwantitatieve tabellen zijn steeds berekend per ml en slaan terug op het aantal cellen. Slechts *Scenedesmus* en *Pediastrum*-soorten werden per kolonie geteld omdat deze een tamelijk stabiel aantal cellen per kolonie tellen.

Om de fytoplanktonbiomassa enigszins te schatten berekenden we het totaal volume van de belangrijkste organismen bij iedere staalname d.i. het produkt van het aantal waargenomen organismen, van een bepaalde soort, op een bepaald tijdstip, met hun gemiddeld volume (Tabel VII, VIII, IX, Fig. 5). Daar we hier enkel de bedoeling hebben

Tabel IV  
Soorten in vijver G

	16-VI-72	30-VI-72	19-VII-72	16-VIII-72
CYANOPHYTA				
Chroococcales				
<i>Microcystis natans</i> LEMMERMANN	—	+	—	—
Hormogonales				
<i>Aphanizomenon gracile</i> LEMMERMANN	—	—	—	1,459.140
EUGLENOPHYTA				
Euglenales				
<i>Phacus pyrum</i> (EHRENBERG) STEIN	+	—	10	—
PYRROPHYTA				
CRYPTOPHYCEAE				
Cryptomonadales				
<i>Cryptomonas ovata</i> EHRENBERG	—	—	20	—
DINOPHYCEAE				
Gymnodiniales				
<i>Gymnodinium excavatum</i> NYGAARD	—	20	—	860
CHRYSOPHYTA				
BACILLARIOPHYCEAE				
Discales				
<i>Cyclotella kuetzingiana</i> THWAITES	+	+	+	+
Araphidales				
<i>Synedra ulna</i> (NITZSCH) EHRENBERG	+	—	—	—
<i>S. affinis</i> KUTZING	+	—	+	+
<i>S. pulchella</i> KUTZING	+	—	—	—
Monoraphidales				
<i>Cocconeis placentula</i> EHRENBERG	+	+	—	—
<i>Achnanthes hungarica</i> GRUNOW	—	+	—	+
<i>A. delicatula</i> KUTZING	+	+	—	—
<i>A. lanceolata</i> BREBISSON				
var. <i>elliptica</i> CLEVE	—	+	—	—
Biraphidales				
<i>Caloneis amphisbaena</i> (BORY) CLEVE	+	—	—	—
<i>Pinnularia borealis</i> EHRENBERG	—	—	—	+
<i>Navicula cryptocephala</i> KUTZING	+	+	—	—
<i>Amphora veneta</i> KUTZING	+	+	+	+
<i>Gomphonema parvulum</i> (KUTZING) GRUNOW	—	+	—	—

	16-VI-72	30-VI-72	19-VII-72	16-VIII-72
<i>G. parvulum</i> (KUTZING) GRUNOW				
var. <i>subelliptica</i> CLEVE	—	+	—	—
<i>Epithemia zebra</i> (EHRENBERG) KUTZING				
var. <i>porcellus</i> (KUTZING) GRUNOW	+	—	—	—
<i>E. turgida</i> (EHRENBERG) KUTZING	+	—	—	—
<i>Hantzschia amphioxys</i> (EHRENBERG) GRUNOW	—	+	+	+
<i>Nitzschia kützingiana</i> HILSE	640	730	1.500	580
CHLOROPHYTA				
Volvocales				
<i>Eudorina elegans</i> EHRENBERG	+	—	—	—
<i>Pandorina morum</i> BORY	+	—	+	—
Chlorococcales				
<i>Golenkinia radiata</i> CHODAT	—	—	10	1.290
<i>Micractinium pusillum</i> FRESENIUS	—	26.160	—	—
<i>Oocystis lacustris</i> CHODAT	7.770	1.500	17.610	—
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (CORDA) RALFS	+	630	340	430
<i>A. lacustris</i> (CHODAT) OSTENFELD	50.940	550	370	400
<i>Dictyosphaerium ehrenbergiatum</i> NAEGELI	35.690	7.860	690.140	2.229.000
<i>Pediastrum duplex</i> MEYEN	+	+	—	+
<i>Pediastrum duplex</i> MEYEN				
var. <i>clathratum</i> LAGERHEIM	—	—	10	—
<i>Pediastrum duplex</i> MEYEN				
var. <i>reticulatum</i> LAGERHEIM	—	+	—	—
<i>Pediastrum boryanum</i> (TURPIN) MENEGHINI	580	10	50	1.290
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (LAGERHEIM) CHODAT	7.480	660	230	1.290
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (TURPIN)				
BREBISSON	14.390	30	290	9.070
<i>S. quadricauda</i> (TURPIN) BREBISSON				
var. <i>maximus</i> W. et G. S. WEST	110	—	—	—
<i>S. protuberans</i> FRITSCH	—	—	10	30
<i>S. gutwinskii</i> CHODAT	+	—	—	—
<i>Actinastrum hantzschii</i> LAGERHEIM	19.570	17.330	430	1.580
<i>Coelastrum microporum</i> NAEGELI	78.860	—	—	+
Ulothricales				
<i>Ulothrix tenerrima</i> (KUTZING) KUTZING	—	+	—	—
<i>U. moniliformis</i> KUTZING	—	+	—	—
Oedogoniales				
<i>Oedogonium spec. 2</i>	—	+	+	—

Tabel V  
Soorten in vijver H

	16-VI-72	30-VI-72	19-VII-72	16-VIII-72
<b>CYANOPHYTA</b>				
Chroococcales				
<i>Microcystis natans</i> LEMMERMANN	—	+	—	—
Hormogonales				
<i>Aphanizomenon gracile</i> LEMMERMANN	—	—	—	63.320
<b>EUGLENOPHYTA</b>				
Euglenales				
<i>Euglena acus</i> EHRENBERG	—	—	4.890	—
<b>PYRROPHYTA</b>				
<b>DINOPHYCEAE</b>				
Gymnodiniales				
<i>Gymnodinium excavatum</i> NYGAARD	—	—	2.190	2.730
<b>CHRY SOPHYTA</b>				
<b>HETEROKONTAE</b>				
Rhizochrysidales				
<i>Rhizochrysis major</i> NAUMANN	—	+	—	—
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>				
Discales				
<i>Cyclotella kuetzingiana</i> THWAITES	—	+	—	—
Biraphidales				
<i>Pinnularia borealis</i> EHRENBERG	—	—	—	+
<i>Amphora veneta</i> KUTZING	—	+	—	+
<i>Hantzschia amphioxys</i> (EHRENBERG) GRUNOW	+	6	+	+
<i>Nitzschia kützingiana</i> HILSE	+	340	+	+
<b>CHLOROPHYTA</b>				
Volvocales				
<i>Pandorina morum</i> BORY	—	90	2.760	—
Chlorococcales				
<i>Golenkinia radiata</i> CHODAT	—	—	460	22.160
<i>Micractinium pusillum</i> FRESENIUS	—	+	—	—
<i>Oocystis lacustris</i> CHODAT	140	6.620	+	+
<i>Selenastrum minutum</i> (NAEGELI) COLLINS	—	—	775.040	5.295.500
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (CORDA) RALFS	—	+	3.050	720
<i>Dictyosphaerium ehrenbergium</i> NAEGELI	3.303.900	65.000	1.651.000	1.246.000
<i>Pediastrum boryanum</i> (TURPIN) MENEGHINI	750	90	1.840	14.970
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (LAGERHEIM) CHODAT	110	1.870	110	—
<i>S. quadricauda</i> (TURPIN) BREBISSON	249.520	4.260	122.300	13.670
<i>S. quadricauda</i> (TURPIN) BREBISSON var. <i>maximus</i> W. et G. S. WEST	—	10	—	—
<i>S. protuberans</i> FRITSCH	—	2.560	400	60
<i>Actinastrum hantzschii</i> LAGERHEIM	280.000	57.160	32.520	90
<i>Coelastrum microporum</i> NAEGELI	—	90	—	—

Tabel VI  
*Soorten in vijver I*

	8-VI-72	30-VI-72	19-VII-72	18-VIII-72
<b>CYANOPHYTA</b>				
Chroococcales				
<i>Microcystis natans</i> LEMMERMANN	2.878.000	23.000	—	—
Hormogonales				
<i>Aphanizomenon gracile</i> LEMMERMANN	—	—	—	+
<i>Anabaena spiroides</i> KLEBS	—	—	—	20.860
<b>EUGLENOPHYTA</b>				
Euglenales				
<i>Euglena oblonga</i> SCHMITZ	30	—	—	—
<b>CHRYSTOPHYTA</b>				
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>				
Discales				
<i>Coscinodiscus lacustris</i> GRUNOW	+	—	—	—
<i>Cyclotella kuetzingiana</i> THWAITES	+	—	—	—
Araphidales				
<i>Synedra pulchella</i> KUTZING	+	—	—	—
Monoraphidales				
<i>Cocconeis placentula</i> EHRENBERG	+	—	—	—
<i>Achnanthes hungarica</i> GRUNOW	—	—	—	+
<i>A. delicatula</i> KUTZING	+	—	—	—
<i>A. lanceolata</i> BREBISSE	+	—	—	—
var. <i>elliptica</i> CLEVE	+	—	—	—
Biraphidales				
<i>Amphora veneta</i> KUTZING	—	—	+	+
<i>Gomphonema parvulum</i> (KUTZING) GRUNOW	+	—	—	—
<i>G. angustatum</i> (KUTZING) RABENHORST	+	—	—	—

	8-VI-72	30-VI-72	19-VII-72	18-VIII-72
<i>Hantschia amphioxys</i> EHRENBERG				
GRUNOW	—	10	+	+
<i>Nitzschia kützingiana</i> HILSE	+	4.100	5.030	5.040
CHLOROPHYTA				
Volvocales				
<i>Pandorina morum</i> BORY	—	23.020	—	—
Chlorococcales				
<i>Golenkinia radiata</i> CHODAT	—	—	3.310	107.350
<i>Micractinium pusillum</i> FRESENIUS	+	—	—	+
<i>Oocystis lacustris</i> CHODAT	28.200	50.050	20.800	1.640
<i>Selenastrum minutum</i> (NAEGELI) COLLINS	—	—	—	168.500
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (CORDA) RALFS	—	—	10	—
<i>A. lacustris</i> (CHODAT) OSTENFELD	—	60	+	+
<i>Dictyosphaerium ehrenbergiatum</i>				
NAEGELI	4.750	1.510	94.690	115.120
<i>Pediastrum boryanum</i> (TURPIN)				
MENECHINI	980	1.000	550	5.180
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (LAGERHEIM)				
CHODAT	260	120	+	170
<i>S. quadricauda</i> (TURPIN) BREBISSON	920	1.150	290	260
<i>S. quadricauda</i> (TURPIN) BREBISSON				
var. <i>maximus</i> W. et G. S. WEST	230	10	—	—
<i>S. quadricauda</i> (TURPIN) BREBISSON				
var. <i>longispina</i> (CHODAT) G. M. SMITH	+	—	—	—
<i>S. quadricauda</i> (TURPIN) BREBISSON				
var. <i>quadrispina</i> (CHODAT) G. M. SMITH	+	—	—	—
<i>S. protuberans</i> FRITSCH	—	490	10	10
<i>Actinastrum hantzschii</i> LAGERHEIM	1.070.800	31.460	41.500	12.160
<i>Coelastrum microporum</i> NAEGELI	—	90	—	—

Tabel VII  
Vijver G

	16-VI-72		30-VI-72		19-VII-72		16-VIII-72	
	Vol. 10 <sup>6</sup> $\mu\text{m}^3/\text{ml}$ .	%	Vol. 10 <sup>6</sup> $\mu\text{m}^3/\text{ml}$ .	%	Vol. 10 <sup>6</sup> $\mu\text{m}^3/\text{ml}$ .	%	Vol. 10 <sup>6</sup> $\mu\text{m}^3/\text{ml}$ .	%
<i>Aphanizomenon gracile</i>	—	—	—	—	—	—	32	16,0
<i>Golenkinia radiata</i>	—	—	—	—	—	—	1	0,5
<i>Micractinium pusillum</i>	—	—	2	40,0	—	—	—	—
<i>Oocystis lacustris</i>	4	5,1	1	20,0	9	16,1	—	—
<i>Ankistrodesmus lacustris</i>	18	22,8	—	—	—	—	—	—
<i>Dictyosphaerium ehrenbergiatum</i>	2	2,5	1	20,0	47	83,9	150	75,0
<i>Pediastrum boryanum</i>	5	6,3	—	—	—	—	10	5,0
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	10	12,7	—	—	—	—	2	1,0
<i>S. quadricauda</i>	9	11,4	—	—	—	—	5	2,5
<i>Actinastrum hantzschii</i>	1	1,2	1	20,0	—	—	—	—
<i>Coelastrum microporum</i>	30	38,0	—	—	—	—	—	—
Totaal volume	79	100,0	5	100,0	56	100,0	200	100,0



Tabel VIII  
Vijver H

	16-VI-72		30-VI-72		19-VII-72		16-VII-72	
	Vol. 10 <sup>6</sup> $\mu\text{m}^3/\text{ml.}$	%	Vol. 10 <sup>6</sup> $\mu\text{m}^3/\text{ml.}$	%	Vol. 10 <sup>6</sup> $\mu\text{m}^3/\text{ml.}$	%	Vol. 10 <sup>6</sup> $\mu\text{m}^3/\text{ml.}$	%
<i>Aphanizomenon gracile</i>	—	—	—	—	—	—	1	0,3
<i>Euglena acus</i>	—	—	—	—	7	3,1	—	—
<i>Gymnodinium excavatum</i>	—	—	—	—	—	—	1	0,3
<i>Pandorina morum</i>	—	—	—	—	1	0,4	—	—
<i>Oocystis lacustris</i>	—	—	3	25,0	—	—	—	—
<i>Selenastrum minutum</i>	—	—	—	—	19	8,5	127	37,2
<i>Dictyosphaerium ehrenbergiatum</i>	220	57,6	4	33,3	111	49,1	84	24,6
<i>Pediastrum boryanum</i>	—	—	—	—	15	6,6	120	35,2
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	145	38,0	2	16,6	71	31,4	8	2,4
<i>Actinastrum hantzschii</i>	17	4,4	3	25,0	2	0,9	—	—
Totaal volume	382	100,0	12	99,9	226	100,0	341	100,0

Tabel IX  
Vijver I

	8-VI-72		30-VI-72		19-VII-72		16-VIII-72	
	Vol. 10 <sup>6</sup> $\mu\text{m}^3/\text{ml}$ .	%	Vol. 10 <sup>6</sup> $\mu\text{m}^3/\text{ml}$ .	%	Vol. 10 <sup>6</sup> $\mu\text{m}^3/\text{ml}$ .	%	Vol. 10 <sup>6</sup> $\mu\text{m}^3/\text{ml}$ .	%
<i>Microcystis natans</i>	40	31,5	—	—	—	—	—	—
<i>Anabaena spiroides</i>	—	—	—	—	—	—	9	4,8
<i>Pandorina morum</i>	—	—	9	20,0	—	—	—	—
<i>Golenkinia radiata</i>	—	—	—	—	4	13,4	122	65,6
<i>Oocystis lacustris</i>	15	11,8	26	57,8	12	40,0	1	0,5
<i>Selenastrum minutum</i>	—	—	—	—	—	—	4	2,2
<i>Dictyosphaerium ehrenbergiatum</i>	—	—	—	—	7	23,4	8	4,3
<i>Pediastrum boryanum</i>	8	6,3	8	17,8	5	16,6	42	22,6
<i>Actinastrum hantzschii</i>	64	50,4	2	4,4	2	6,6	—	—
Totaal volume	127	100,0	45	100,0	30	100,0	186	100,0

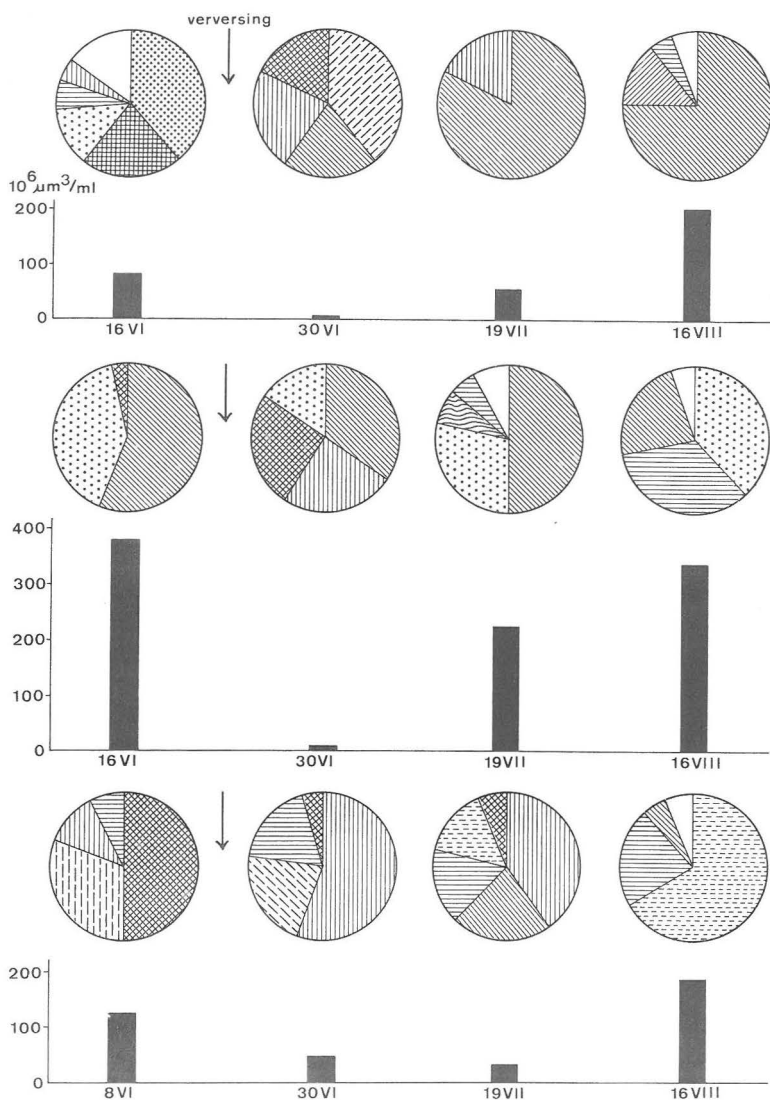
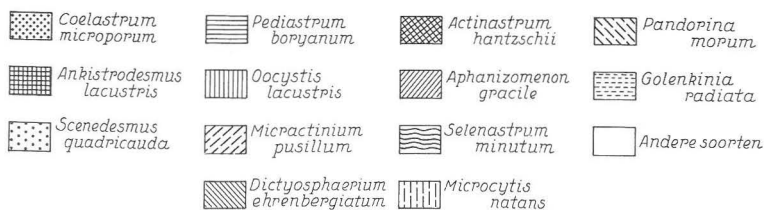


FIG. 5. — Resultaten van het kwantitatief fytoplanktononderzoek. De histogrammen geven het biomassa van het fytoplankton weer bij iedere staalname. De cirkels stellen de procentuele samenstelling van de voornaamste fytoplanktonorganismen per staalname voor.

een globaal overzicht te geven, zijn enkel de voornaamste organismen hierin verwerkt. Niettegenstaande het totaal volume van een bepaald organisme op een bepaald tijdstip een veel betere indruk geeft van zijn belangrijkheid dan een telling, mag ook de relativiteit van dit cijfer niet uit het oog verloren worden, vermits het volume van de cellen van eenzelfde soort een sterke variatie kan vertonen in de tijd in functie van de levensomstandigheden. We berekenden het gemiddelde volume volgens de methode en de formules van FETZMANN (1956, 731) voor volgende organismen (in  $\mu\text{m}^3$ ). *Actinastrum hantzschii* (60), *Anabaena spiroïdes* (420), *Ankistrodesmus lacustris* (360), *Aphanizomenon gracile* (22), *Coelastrum microporum* (380), *Dictyosphaerium ehrenbergium* (65), *Euglena acus* (1540), *Golenkinia radiata* (1140), *Gymnodinium excavatum* (420), *Micractinium pusillum* (65), *Microcystis natans* (14), *Oocystis lacustris* (510), *Pandorina morum* (380), *Pediastrum boryanum* (8000), *Scenedesmus acuminatus* (1360), *Scenedesmus quadricauda* (580), *Selenastrum minutum* (24). De volumes gelden per cel behalve voor *Scenedesmus* en *Pediastrum* waar steeds kolonies bedoeld worden. In onderstaande samenvattende tabellen werden slechts organismen opgenomen welke tenminste in één van de staalnamen met een volume van tenminste  $1.000.000 \mu\text{m}^3/\text{ml}$ . vertegenwoordigd zijn. Naast de totale volumes van de verschillende organismen werd tevens het percentage berekend van het totaal fytoplanktonvolume voor ieder belangrijk organisme. Hierdoor kon van iedere staalname een procentuele verdeling der biomassa's van de belangrijkste organismen opgemaakt worden. De totale biomassa van het fytoplankton (uitgedrukt in  $10^6 \mu\text{m}^3/\text{ml}$ .) werd uitgezet in Fig. 5 per staalname onder de vorm van histogrammen. De procentuele verdeling van de meest belangrijke organismen werd tevens in Fig. 5 opgenomen.

## V. BESPREKING

### 1. Fysico-chemisch onderzoek.

- Wegens de geringe diepte schommelt de temperatuur van het water sterk in functie van de luchttemperatuur.
- De pH-waarden zijn normaal voor een guantroof water op dit tijdstip van de dag (LEENTVAAR 1967b, 485).
- De waarden voor het geleidingsvermogen zijn vrij hoog voor een zoetwater doch worden gemakkelijk verklaard door de tamelijk hoge waarden van het grondwater en de grote inbreng van vogeluitwerpselen. Verder wordt de konduktiviteit nog de hoogte ingedreven

- door de regelmatige toevoer van extra grondwater teneinde de verdamping te compenseren. De tamelijk hoge waarden voor het grondwater zijn het gevolg van een sterke insijpeling van de opgeloste meststoffen en de lichte verzilting. De conductiviteit van het grondwater is in de 3 vijvers hoger dan bij de eropvolgende staalname daar de zich ontwikkelde organismen grote hoeveelheden ionen opnemen. Na deze daling volgt terug een stijging daar de vogelpopulatie de vijvers kontinu bemest en deze organische stoffen bacterieel omgezet worden in ionen. Deze geven dan weer aanleiding tot een verdere bloei enz. De globaal lagere waarden voor vijver I korresponderen met de lagere fosfaat- en chloridegehalten.
- De hogere waarden van de alkaliniteit wijzen op een goede buffering van het water in de 3 vijvers. De sterke  $\text{CO}_2$  absorptie door de zich ontwikkelende fytoplanktonten, na de verversing, uit het  $\text{CO}_2$ -rijke grondwater (GESSNER 1959, 193) veroorzaakt een stijging van de pH waardoor we een verschuiving van het karbonaat-bikarbonaat systeem krijgen (Fig. 2). De totale alkaliniteit vertoont een mooi parallellisme met de Ca-waarden.
  - Het chloridegehalte van het grondwater wijst slechts op een zeer lichte verzilting. We kunnen hier spreken van oligohalienwater (DE RIDDER 1964, 36). Na vullen van de vijvers stijgt het chloridegehalte door de verdamping, toevoeging van extra grondwater en de bemesting. Het evolueert verder onder deze invloeden en de ionenopname van de zich ontwikkelende wierbiomassa (Fig. 3).
  - Het nitraatgehalte is voor dit type water vrij laag (LEENTVAAR 1967b, 484), enerzijds door het groot verbruik van de enorme fytoplanktonbiomassa en anderzijds door het regelmatig onderbreken van de evolutie in de 3 vijvers door het verversen. De organische gebonden stikstof wordt door heterotrofe bacteriën omgezet tot  $\text{NH}_4$ , die in aanwezigheid van zuurstof door autotrofe nitrificerende bacteriën geoxydeerd wordt (langs hydroxylamine) tot nitriet (*Nitrosomonas*) en verder tot nitraten (*Nitrobacter*). De hoge zuurstofwaarden op het tijdstip van staalname verklaren wel enigszins de lage nitrietgehalten, die gemeten werden. Het hoger nitraatgehalte van vijver H vindt zijn oorzaak in een veel sterkere bemesting van deze vijver.
  - Het fosfaatgehalte van het water van de vijvers is vrij laag uitgezonderd op 16-VI in vijver G (Fig. 3): deze hoge waarde is waarschijnlijk te wijten aan de intense afbraak van organische stoffen van afstervende organismen (laag % actief chlorofyl a : 72%) en nog een gering verbruik door andere ontwikkelende organismen. De lage fosfaatwaarden zijn wel schijnbaar kontrasterend met de beweringen

- van LEENTVAAR (1967b, 487) dat voor guanotrofe waters een accumulatie van fosfaten normaal is. Zulke accumulatie kan hier moeilijk worden waargenomen door het voortdurend onderbreken van de normale evolutie in de vijvers door uitkuisen en verversing.
- De waarden van de totale hardheid wijzen op een „tamelijk hard” water. (ODUM & CHRISTENSEN (1936) gewijzigd door OLSEN (1950)).
  - De oversaturaties aan zuurstof in de dag zijn voor dit type van water vrij normaal wegens de grote chlorofyl a gehalten. De interpretatie van de zuurstofwaarden wordt echter onmogelijk aangezien noch de bakteriële rijkdom, noch de aantallen zoöplanktonten bekend zijn.
  - De opgeloste organische stoffen vertonen normale waarden voor het type van het bestudeerde water. Zoals in de meeste guanotrofe waters werden ook hier grote hoeveelheden zwevend, vooral organisch, materiaal waargenomen (LEENTVAAR 1967a, 133). De lage waarden voor het grondwater zijn volkomen normaal.
  - De zeer hoge chlorofyl a waarden wijzen op een grote fytoplanktonbiomassa op het einde van de cykli. De chlorofyl a waarden korreleren vrij goed met het fytoplanktonvolume, rekening houdend met het feit dat, afhankelijk van het soort organisme de chlorofylinhoud sterk kan verschillen.
  - Het hoge percentage actief chlorofyl a wijst erop dat we met de chlorofyl a bepaling van het seston een tamelijk goed beeld krijgen van de primaire produktiviteit van het water.

## 2. Fytoplankton onderzoek.

### *Kwalitatief onderzoek.*

Zoals blijkt uit de tabellen IV, V en VI wordt de fytoplanktonpopulatie gans gedomineerd door de *Chlorococcales*. In het totaal werden 54 species waargenomen waarvan er 20 tot de *Chlorococcales* behoren. De andere groepen zijn niet alleen kwalitatief maar vooral ook kwantitatief van veel minder belang. Deze vaststelling strookt met wat LEENTVAAR (1967, 488) vaststelde: namelijk dat diatomeeën, blauwwieren en desmidiaceeën, zeer weinig in guanotrofe waters voorkomen. Op te merken valt dat zeer kleine diatomeeën, hier wel frequent voorkomen. 45 species werden waargenomen in vijver G, 23 in vijver H en 32 in vijver I. *Actinastrum hantzschii* werd in ongewoon hoge concentraties (tot 1.070.800 ind/ml.) waargenomen. (Tabel IV, V en VI). Een nauwkeuriger onderzoek van dit organisme toonde een zeer grote variabiliteit van vorm (zie plaat I, fig. 1 en 2) en afmetingen aan (cellengte tussen 4,5 en 44,3  $\mu$ m met optima rond, 20 en 32  $\mu$ m). Hiervoor maten we de lengte van 500 cellen van *Actinastrum hantzschii*

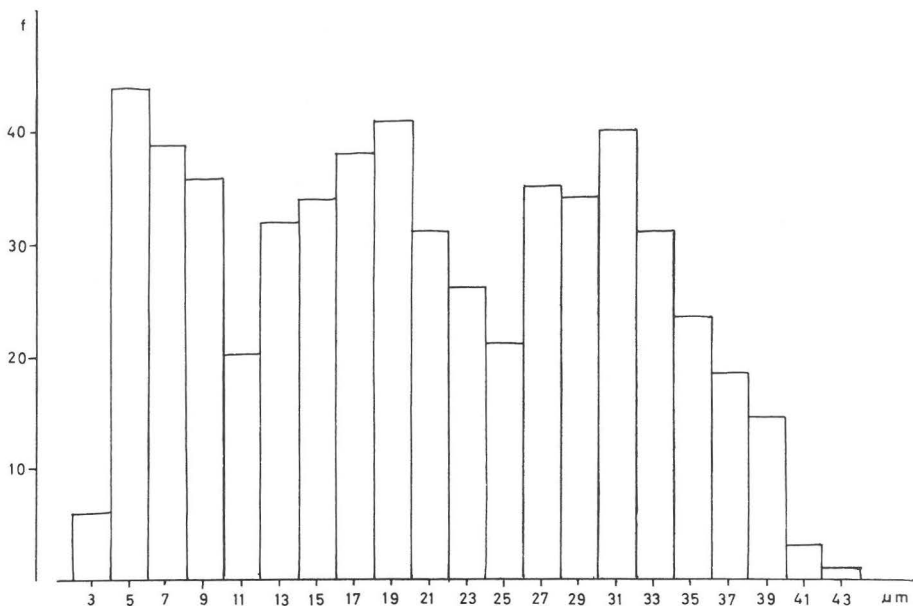


FIG. 6.— Cellengte bij *Actinastrum hantzschii*.

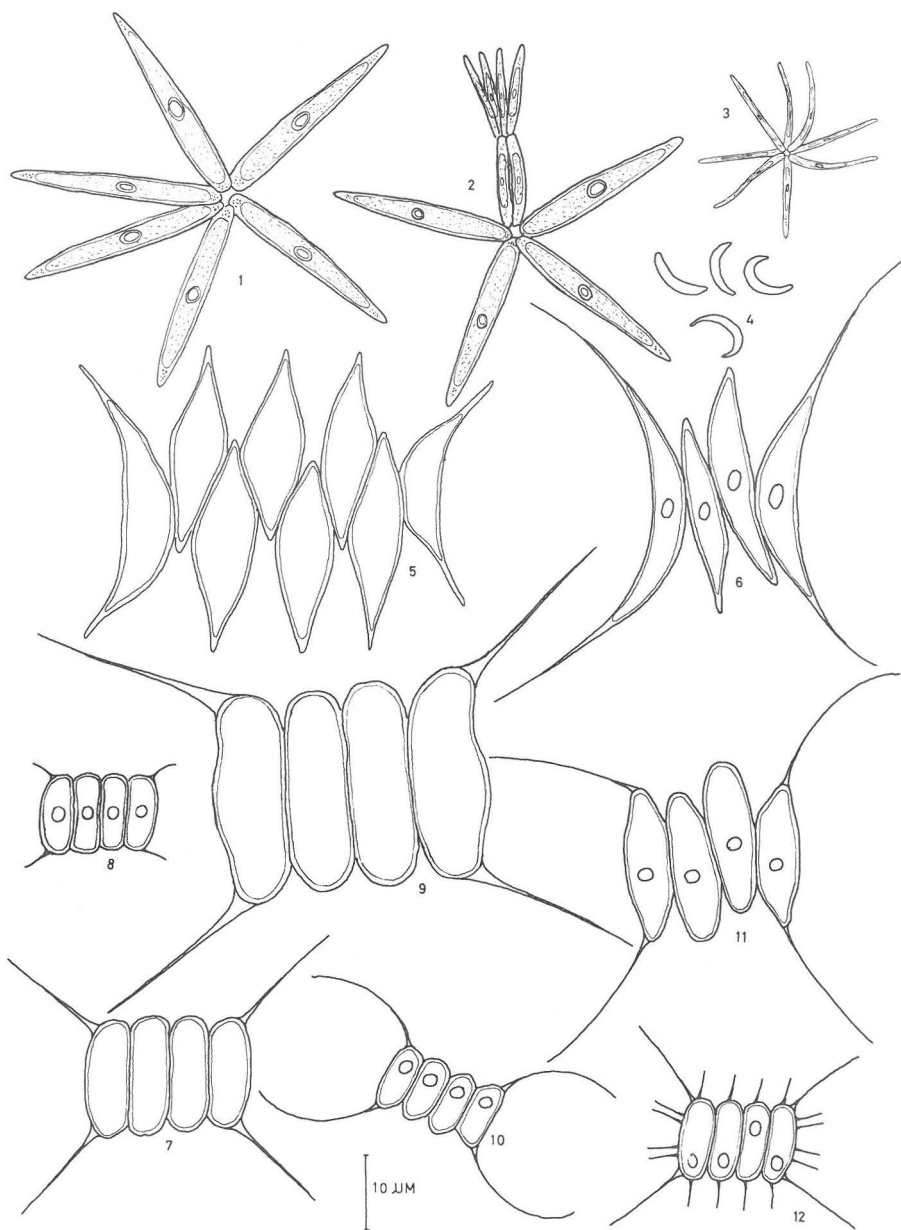
kolonies welke voorkwamen in het staal van 8-VI van vijver I en groepeerden de resultaten in klassen van  $2 \mu\text{m}$  (Fig. 6). De verschillende pieken zijn het gevolg van het feit dat de eerste deling dwars verloopt, de tweede loodrecht daarop en de derde loodrecht op de tweede (LEMMERMAN 1915, 168) (Plaat I, fig. 3). GILLARD (1950, 144) vond *Actinastrum hantzschii* in de Schelde en in de Leie bij Gent in tamelijk grote aantallen (max. 26 ind./ml.). Hij noteerde hierbij afmetingen tussen 10 en  $38 \mu\text{m}$ . Dit duidt eens te meer op de variabiliteit in de afmetingen naargelang het milieu en de milieuomstandigheden.

#### *Kwantitatief onderzoek.*

Behalve wanneer de vijvers ververst zijn vertoont het water steeds een donkergroene kleur welke steeds intenser wordt. Nochtans is er een duidelijk verschil in de biomassa van het fytoplankton waar te nemen tussen de 3 vijvers. Vijver G en I vertonen een vergelijkbare biomassa terwijl vijver H er een veel grotere heeft. Niettegenstaande de watervogels van de ene naar de andere vijver vliegen vertonen deze laatste een duidelijk verschillende planktonsamenstelling zowel kwalitatief als kwantitatief. In vijver G krijgen we na de verversing een ontwikkeling van *Micractinium pusillum* en in mindere mate van *Dictyosphaerium ehrenbergianum*, *Oocystis lacustris* en *Actinastrum hantzschii*. Naargelang de

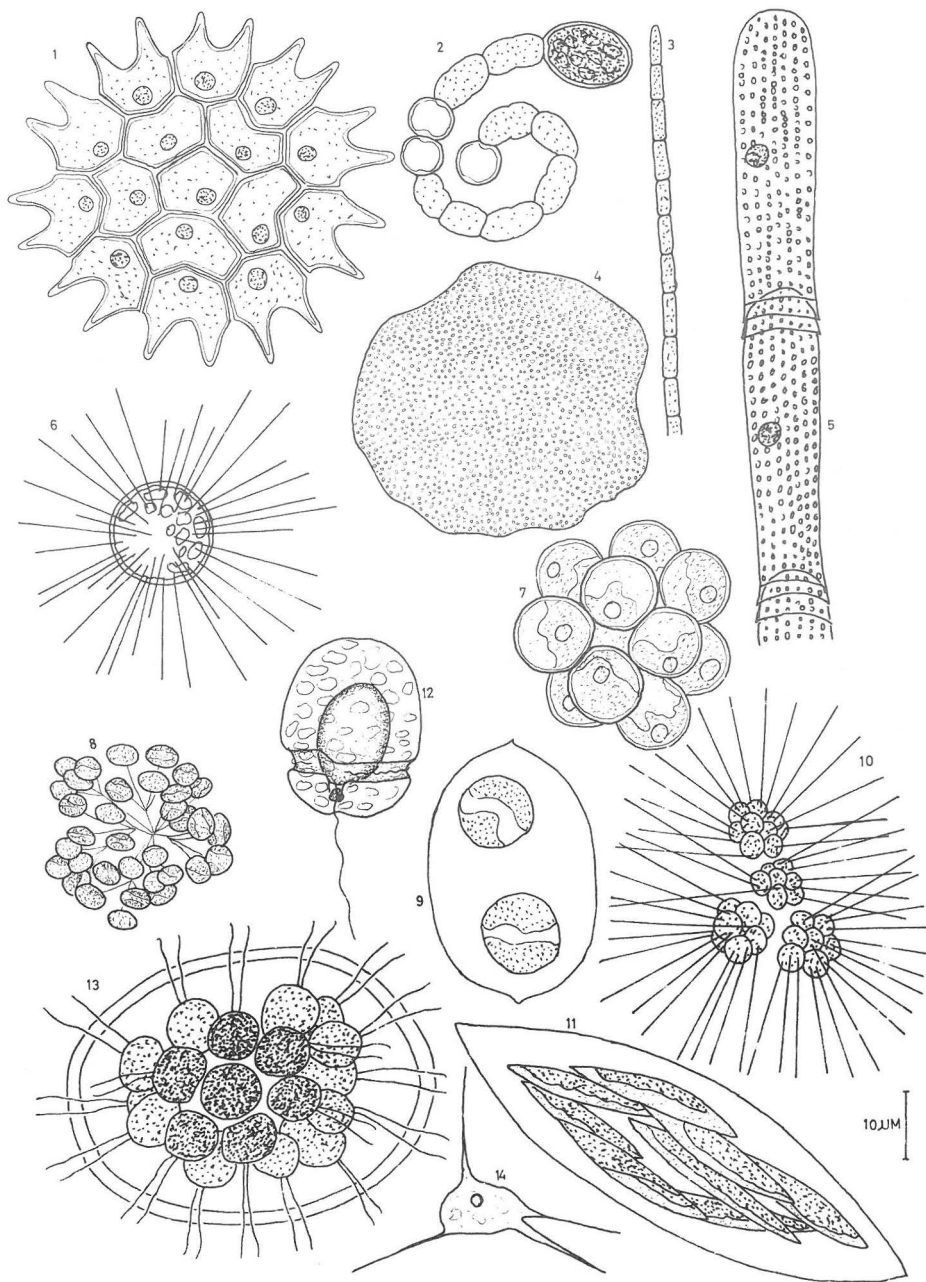
organische belasting van het water toeneemt ontwikkelen *Dictyosphaerium ehrenbergium* en *Oocystis lacustris* zich verder terwijl de andere soorten sterk in belang afnemen. Bij de laatste staalname heeft *Dictyosphaerium ehrenbergium* nog steeds de overhand op de andere organismen doch *Aphanizomenon gracile* en *Pediastrum boryanum* zijn eveneens kwantitatief belangrijk. Het staal dat genomen werd op het einde van de vorige cyklus blijkt een gans andere samenstelling te hebben dan het staal op het einde van de volgende cyklus. Hier domineert *Coelastrum microporum* en in mindere mate *Ankistrodesmus lacustris*, *Scenedesmus quadricauda*, *Pediastrum boryanum* en *Oocystis lacustris*. In vijver I hebben we na de verversing een planktonsamenstelling gedomineerd door *Oocystis lacustris* en in mindere mate door *Pandorina morum*, *Pediastrum boryanum* en *Actinastrum hantzschii*. Bij de volgende staalname behoudt *Oocystis lacustris* zijn dominante plaats terwijl *Pediastrum boryanum* en *Actinastrum hantzschii* zich tevens handhaven, *Dictyosphaerium ehrenbergium* en *Golenkinia radiata* zijn eveneens in groot aantal verschenen terwijl *Pandorina morum* verdwenen is. Op het einde van de cyklus behaalt *Golenkinia radiata* de overhand. *Dictyosphaerium ehrenbergium* en *Pediastrum boryanum* handhaven zich terwijl de andere soorten sterk terug vallen in aantal. De populatie op het einde van de vorige cyklus vertoont eveneens een sterk verschil met de fytoplanktonsamenstelling op het einde van de volgende cyklus. Hier domineert *Actinastrum hantzschii* samen met *Microcystis natans*; *Oocystis lacustris* en *Pediastrum boryanum* komen in mindere mate voor. In het begin van de cyklus in vijver H schijnt er nog geen duidelijke overheersing van één van de organismen te zijn. *Dictyosphaerium ehrenbergium*, *Oocystis lacustris*, *Actinastrum hantzschii* en *Scenedesmus quadricauda* komen hier in bijna gelijke hoeveelheden voor. In het staal van 19-VII blijkt *Dictyosphaerium ehrenbergium* de overhand te behalen terwijl *Scenedesmus quadricauda* zich verder ontwikkelt. *Selenastrum minutum* en *Pediastrum boryanum* verschijnen terwijl *Oocystis lacustris* en *Actinastrum hantzschii* verdwijnen. Rekening moet hier echter gehouden worden met het feit dat het rata aan inbreng van organische stoffen hier veel hoger is en dat reeds een fytoplanktonvolume op 19-VII in H wordt bereikt welke vergelijkbaar is met de toestand op 16-VIII in G en I. Op het einde van de cyklus komen *Selenastrum minutum* en *Pediastrum boryanum* sterk naar voor terwijl *Dictyosphaerium ehrenbergium* verdrongen wordt. Een verschil met het einde van de vorige cyklus is zoals in de voorgaande gevallen eveneens waar te nemen. Hier domineren *Dictyosphaerium ehrenbergium* en *Scenedesmus quadricauda*. *Actinastrum hantzschii* komt in mindere mate voor.





# PLAAT I

FIG. 1, 2, 3.—*Actinastrum hantzschii* — 4. *Selenastrum minutum* — 5, 6 *Scenedesmus acuminatus* — 7 *Scenedesmus quadricauda* — 8 *Scenedesmus quadricauda* var. *quadripina* — 9 *Scenedesmus quadricauda* var. *maximus* — 10 *Scenedesmus quadricauda* var. *longispina* — 11 *Scenedesmus protuberans* — 12 *Scenedesmus gutwinski*.



PLAAT II

FIG. 1. — *Pediatrum boryanum* — 2 *Anabaena spiroides* — 3 *Aphanizomenon gracile* — 4 *Microcystis natans* — 5 *Oedogonium* spec. 2 — 6 *Golenkinia radiata* — 7 *Coelastrum microporum* — 8 *Dictyosphaerium ehrenbergium* — 9 *Oocystis lacustris* — 10 *Micractinium pusillum* — 11 *Ankistrodesmus lacustris* — 12 *Gymnodinium excavatum* — 13 *Pandorina morum* — 14 *Phizochrysis major*.

Het verschil in populatiesamenstelling op het einde van de 2 cykli in ieder van de 3 vijvers is niet zo moeilijk te verklaren, daar de milieuomstandigheden geheel anders zijn geweest. De eerste cyklus lag namelijk in de lente terwijl de tweede in de zomer was. Verder zijn de cykli van ongelijke lengte zodat een vergelijking niet meer mogelijk is. Zoals te verwachten is de fysico-chemie van de respektievelijke wateren totaal verschillend op het einde van beide cykli.

De verschillende planktonsamenstelling van vijver H denken we hier te mogen toeschrijven aan het hoog fosfaatgehalte van het grondwater van H en de veel grotere toevoer van voedingsstoffen in verhouding tot zijn oppervlak (de opgeloste organische stoffen vertonen ook hier hun hoogste waarden). De verschillende planktonsamenstelling van vijver G en I kan o.m. verklaard worden door een niet gelijke toevoer van organische stoffen en de verschillende chemische samenstelling van het grondwater (G heeft o.m. een veel hoger fosfaatgehalte dan I enz.). Na iedere spoelbeurt van de vijvers blijven grote hoeveelheden van het oorspronkelijk plankton over. De organismen hiervan, welke het best aangepast zijn aan het veranderde milieu, gaan zich sterk ontwikkelen. De organismen waarvan de initiële concentratie veel hoger is dan de andere konkurrerende organismen zijn dus bevoordeeld. Mede met de verschillende chemische samenstelling van het grondwater, blijft het verschil in populatie verder behouden. De samenstelling van het plankton verschilt niet alleen tussen de 3 vijvers onderling maar ook in de tijd in iedere vijver zelf. We hebben hier dan ook een mooie opeenvolging van verschillende waterbloeien in de verschillende vijvers naargelang de aanrijking aan voedingsstoffen toenam. De opeenvolging van de verschillende soorten organismen in de tijd, in iedere vijver, wordt verklaard door de voortschreitende guanotrofiëring. Tevens zien we hierdoor na de verversing de biomassa praktisch continu stijgen.

Niettegenstaande de evolutie in de 3 vijvers op het eerste zicht sterk verschilt van elkaar, is er toch wel een zekere lijn waar te nemen. *Oocystis lacustris* werd namelijk nog maar sporadisch waargenomen in de 3 vijvers op het ogenblik dat het fytoplankton volume een waarde van  $127.10^6 \mu\text{m}^3/\text{ml}$ . bereikt. Bij lagere concentratie werd steeds een goede ontwikkeling genoteerd. Hierdoor worden de schijnbaar wisselvallig voorkomende tijdstippen, waarop *Oocystis lacustris* zich goed ontwikkelt, verklaard. *Microactinium pusillum* en *Pandorina morum* komen enkel voor in het zuiver water na de verversing. *Coelastrum microporum*, *Aphanizomenon gracile*, *Selenastrum minutum*, *Microcystis natans* en *Golenkinia radiata* werden slechts op het einde van de cykli waargenomen en schijnen dus een voorkeur te hebben voor meer vervuilde waters in tegenstelling tot de 2 vorige organismen. *Scenedesmus quadricauda*, *Actinastrum hantzschii*,

*Pediastrum boryanum* en *Dictyosphaerium ehrenbergiatum* schijnen meer tolerante soorten te zijn welke zich goed kunnen ontwikkelen in een breder spektrum van milieuomstandigheden.

## VI. BESLUIT

Een duidelijke korrelatie tussen de fysico-chemische resultaten en kwantitatieve en kwalitatieve resultaten van het planktononderzoek kon niet worden uitgemaakt. Hiervoor zouden we inderdaad over veel meer gegevens moeten beschikken o.m. de meest gunstige groeikondities van de verschillende organismen, de kwantiteit en de kwaliteit van de inbreng aan meststoffen, de snelheid van de bacteriële omzettingen, het grazing effect van het zooplankton enz. Deze vaststelling strookt wel met deze van LUND (Eutrophication 1969, 324). „Except for such generalities as illustrated by the statement. „Eutrophic waters are likely to have more planktonic *Cyanophyta* than oligotrophic waters”, we do not know what controls the qualitative composition of the phytoplankton. If a person had no knowledge of a particular body of water other than estimates about physical and chemical variables, it is doubtful that he would be very successful in estimating the constitution of the phytoplankton of the water body. It is doubtful that he would be successful even if very detailed records, by present standards, had been kept of the physical and chemical variables”.

Wel is het interessant te noteren dat de „bloeien” die in de betrokken vijvers voorkomen zowel kwalitatief als kwantitatief zeer sterk evolueren in de tijd en dat de dominanties ingenomen worden door zeer sterk verschillende species. De oorzaak hiervan moet gezocht worden zowel in de verschillende kwantiteit van bemesting als in de verschillende topografie van de vijvers met hun tevens verschillende „residuele plankton” dat als „ent” dient voor de nieuwe waterbloei na verversing van het water.

Deze preliminaire onderzoeken betekenen dan ook maar een eerste aanloop van de totale studie van dergelijke ecosystemen, waarvan de interrelaties zowel tussen plant en dier, als tussen het levende en het fysico-chemische alleen door nauwe samenwerking van scheikundigen, botanici, zoologen en microbiologen in een hopelijk nabije toekomst vastgelegd zullen kunnen worden.

## RÉSUMÉ

Trois étangs artificiels guantotrophiques dans la réserve du „Zwin” à Knokke ont été examinés sur le plan physico-chimique. Le phytoplancton a été

étudié qualitativement et quantitativement. Suite au fort enrichissement en matières organiques provenant des oiseaux d'eau, une succession rapide de fleurs d'eau d'organismes différents s'est produite e.a. *Actinastrum hantzschii*, *Coelastrum microporum*, *Dictyosphaerium ehrenbergium*, *Golenkinia radiata*, *Micractinium pusillum*, *Oocystis lacustris* et *Selenastrum minutum*.

#### DANKWOORD

Graag willen we onze dank betuigen aan Prof. Dr. P. VAN DER VEKEN en Prof. Dr. G. PERSOONE wegens hun steun en talrijke raadgevingen en aan Mr. BURGGRAEVE, konservator van het Zwin, voor zijn bereidwillige medewerking.

#### BIBLIOGRAFIE

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1960). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ; New York, 625 p.
- ANON. (196?). The Determination of Phosphate ; Colorimetric Chemical Analytical Methods ; Salisbury, England ; The Tintometer Ltd.
- ANON. (1960). Deutsche Einheitsverfahren zur Wasseruntersuchung ; Weinheim/Bergst. ; Verlag Chemie, Gm bH.
- ANON. (196?). Methodes d'Analyse complexométriques par les Titriplex ; 3 ed., AG Darmstadt ; E. Merck, 97 p.
- BOURRELLY, P. (1966). Les algues d'eau douce ; Tome I ; Algues vertes ; Paris ; Boubée, 511 p.
- CEBEDEAE (1966). Livre de l'eau ; vol. 4 ; Liège, 547 p.
- CLEVE-EULER, A. (1951). Die Diatomeen von Schweden und Finland ; dl. 1, 163 p. ; dl. 2, 158 p. ; dl 3, 255 p. ; dl 4, 232 p. ; dl 5, 153 p. ; Stockholm ; Reprint 1968 ; New York ; Verl. J. Cramer.
- DE RIDDER, M. (1964). L'eau et quelques aspects de la vie ; Bruxelles, *Les Naturalistes Belges*, 56 p.
- ENGLER, A. (1954). Syllabus der Pflanzenfamilien ; I Band ; Berlin : Gebr. Borntraeger, 367 p.
- FETZMANN, E. L. (1956). Beiträge zur Algensoziologie ; *Mathem.-naturw. Kl., Abt. I*, **165** 9u.10 Geft : 709-783.
- FRUH, A. G. (1967). The Overall Picture of Eutrophication ; *J. Water Poll. Control. Fed.*, **39** : 1449-1463.
- GESSNER, F. (1959). Hydrobotanik II ; Berlin ; V.E.B. Deutscher Verl. Wissensch., 701 p.
- GILLARD, A. (1950). Contribution à l'étude des microorganismes de la Lys et l'Escaut à Gand ; *Biol. Jaarb. Dodonaea*, **17** : 112-162.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1938, 1941, 1968, 1955, 1961). Das Phytoplankton des Süßwassers ; 1, 2, 3, 4, 5 Teil ; Stuttgart ; Schweizerbart Verl., 342, 365, 322, 606, 744 p.
- HUSTEDT, Fr. (1930). Die Süßwasser Flora Mittel-Europas ; Pascher ; Heft 10 ; *Bacillariophyta* ; Jena ; Fischer Verl., 466 p.
- LEENTVAAR, P. (1958). Guanotrophie in het Naardermeer ; *De Levende Natuur*, **61** : 150-154.
- LEENTVAAR, P. (1967a). Duinmeren II, Zwanewater, Muy, Oerd en Hunenplak. ; *Biol. Jaarb. Dodonaea*, **35** : 228-267.
- LEENTVAAR, P. (1967b). Observations in guanotrophic environment ; *Hydrobiol.*, **29** : 441-489.

- LEMMERMANN, E. ; BRUNNTHALER, J. ; PASCHER, A. (1915). Die Süsswasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz ; Pascher ; Heft 5 ; *Chlorophyceae* II ; Jena ; Fischer Verl., 250 p.
- LORENZEN, C. J. (1967). Determination of Chlorofyll and Phaeopigments ; Spectrophotometric Equations ; *Limnol. Oceanogr.*, **12** : 343-345.
- NAUMANN, E. (1931). Limnologische Terminologie ; Berlin ; Urban & Schwarzenberg, 776 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1969). Eutrophication : Causes, Consequenses, Correctives ; Proceedings of a Symposium ; Washington D.C., 681 p
- OLSEN, S. (1950). Aquatic plants and hydrospheric factors. II The hydrospheric types ; *Svensk. bot. tidskr.*, **44** : 332-373.
- PRESCOTT, G. M. (1962). Algae of the Western Great Lakes Area ; Dubuque Iowa ; Brown Comp. Publ., 685 p.
- RAMANATHAN, K. (1964). *Ulotrichales* ; New Dehli ; Ind. Counc. Agric. Res., 478 p.
- SCHWOERBEL, J. (1966). Methodes der Hvdrobiologie ; Stuttgart ; Kosmos, 207 p.
- STRICKLAND, J. D. H. and PARSONS, T. R. (1965). A Manual of Seawater Analysis ; *Fish. Res. Bd. Can.*, **125** : 1-203.
- UHERKOVICH, G. (1966). Die *Scenedesmus*-Arten Ungarns ; Budapest ; Verl. Ung. Ak. Wiss., 173 p.

Rijksuniversiteit Gent  
Leerstoel Morfologie, Systematiek en Ekologie der Planten.  
Dir. Prof. Dr. P. Van der Veken.  
Ledeganckstraat 35 B-9000 Gent.